

AP20 Rec'd PCT/PTO 03 AUG 2006

## Beschreibung

## Wärmetauscherrohr, Wärmetauscher und Verwendung

- 5 Die Erfindung betrifft ein Wärmetauscherrohr mit einer auf einer Außenoberfläche liegenden Außenseite zur Beaufschlagung mit Dampf und einer auf einer Innenoberfläche liegenden Innenseite zur Beaufschlagung mit einem Kühlmedium. Die Erfindung betrifft weiter einen Wärmetauscher mit einer Kühlmediumführung und einer Dampfmediumführung, wobei die Kühlmediumführung eine Vielzahl von Wärmetauscherrohren zur Führung von Kühlmedium an der Innenseite eines Wärmetauscherrohres aufweist, und die Dampfmediumführung zur Beaufschlagung einer Außenseite eines Wärmetauscherrohres mit Dampfmedium ausgelegt ist. Die Erfindung führt auch auf eine Verwendung.

- Wärmetauscher obiger Art dienen in der Regel dazu, die in einem fluiden Dampfmedium enthaltene Wärme auf ein fluides Kühlmedium zu überführen. Auf diese Weise kühlt sich das Dampfmedium ab, während sich das Kühlmedium erwärmt. Gegebenenfalls ist der Wärmetauscher so ausgelegt, dass die Abkühlung des Dampfmediums bis zu einer Kondensation des Dampfmediums führt - in diesem Fall wird ein Wärmetauscher auch als Kondensator, insbesondere Dampfkonkondensator, bezeichnet. Wärmetauscher, insbesondere Kondensatoren der genannten Art, sind üblicherweise in Kraftwerksanlagen installiert. Dort dient ein fluides Dampfmedium in der Regel als Arbeitsmedium zum Antrieb einer Turbine und gibt dabei seine kinetische Energie zum Antrieb der Turbine an einen Turbinenrotor ab, der wiederum zum Antrieb eines Generators dient.

- Danach befindet sich ein turbinenausgangsseitiges Dampfmedium in der Regel in einem entspannten Zustand, d. h. es weist einen Druck im Bereich von 1 bar auf und ist kaum überhitzt. Dieses turbinenausgangsseitige Dampfmedium wird in der Regel einem Wärmetauscher, insbesondere einem Kondensator oben genannter Art, zugeführt. Ziel ist es in der Regel, das Dampf-

medium zu kondensieren, ggf. auch seinen Wärmeinhalt nach Abgabe an das Kühlmedium weiter zu nutzen.

- Üblicherweise ist die Berandung einer Dampfmediumführung in einem Wärmetauscher obiger Art durch eine Bewandung gebildet, die aus einer Vielzahl von Wärmetauscherrohren der Kühlmediumführung aufgebaut ist. Andere Konzepte sehen quer in einer Dampfmediumführung angeordnete Kühlmediumführungen vor, so dass ein in der Dampfmediumführung geführtes Dampfmedium an der Vielzahl von Wärmetauscherrohren der Kühlmediumführung vorbeiströmen muss. Dabei sollte das umbaute Volumen solcher Wärmetauscher, insbesondere von Dampfkondensatoren, je nach Auslegung, möglichst gering gehalten werden und so optimiert werden, dass der Wirkungsgrad solcher Wärmetauscher möglichst gut ist. Ziel bei einem Wärmetauscher ist es deshalb, den Wärmeübergang bei einem Wärmetauscherrohr so effektiv wie möglich zu gestalten, so dass das im Dampfmedium enthaltene Maß an Wärme möglichst vollständig dem Kühlmedium zugeführt werden kann und nicht anderweitig verloren geht oder ungewollterweise im Dampfmedium verbleibt. Eine Behinderung des Wärmeübergangs erfolgt z. B. durch eine Ausbildung eines isolierenden Kondensationsfilms an einer Außenseite eines Wärmetauscherrohres. Eine Behinderung des Wärmeübergangs ist umso gravierender, je dichter ein isolierender Kondensationsfilm dieser Art auf einer Außenoberfläche eines Wärmetauscherrohres ist. Dabei hängt die Art eines solchen Kondensationsfilms maßgeblich von der Tropfenausbildung bzw. von dem Abtropfverhalten von kondensiertem Dampfmedium ab.
- Eine weitere Beeinträchtigung des Wärmeübergangs erfolgt durch eine kühlmediumseitige Belagbildung an einer Innenseite eines Wärmetauscherrohres. Eine solche Belagbildung erfolgt im Laufe der Zeit dadurch, dass sich im Kühlmedium enthaltene anorganische und organische Bestandteile auf der Innenoberfläche eines Wärmetauscherrohres absetzen und ansammeln. Diverse Reinigungsmaßnahmen können diesen Effekt zwar stark

verlangsamen, sind jedoch aufwändig und können den Prozess als solchen nicht verhindern.

Wünschenswert wäre ein Wärmetauscherrohr und eine Verwendung  
5 betreffend das Wärmetauscherrohr, die einen verbesserten Wärmeübergang vorsehen. Wünschenswert wäre auch ein Wärmetauscher mit einem verbesserten Wirkungsgrad, der nicht unnötig durch einen verschlechterten Wärmeübergang bei einem Wärmetauscherrohr beeinträchtigt ist.

10

An dieser Stelle setzt die Erfindung an, deren Aufgabe es ist, ein Wärmetauscherrohr, einen Wärmetauscher und eine Verwendung betreffend ein Wärmetauscherrohr anzugeben, bei dem ein Wärmeübergang von einem Dampfmedium zu einem Kühlmedium  
15 gegenüber üblichen Konzepten verbessert ist.

Die Aufgabe wird hinsichtlich eines Wärmetauscherrohrs durch ein Wärmetauscherrohr der eingangs genannten Art gelöst, bei dem erfindungsgemäß die Außenoberfläche mit einer eine Adhäsion des Dampfmediums an der Außenoberfläche verringernden  
20 ersten Schicht versehen ist und/oder die Innenoberfläche mit einer eine Adhäsion des Kühlmediums an der Innenoberfläche verringernden zweiten Schicht versehen ist, wobei die zweite Schicht als eine die Belagbildung auf der Innenoberfläche  
25 vermindernde Schicht ausgestaltet ist, wobei die zweite Schicht als Biozidschicht ausgestaltet ist.

Die Erfindung geht von der Überlegung aus, dass für die Tropfenausbildung bzw. das Abtropfverhalten eines Dampfmediums an  
30 der Außenoberfläche des Wärmetauscherrohres die Oberflächenspannung des Rohrwerkstoffs von gravierender Bedeutung ist. Außerdem geht die Erfindung von der Überlegung aus, dass die Belagbildung auf der Innenoberfläche eines Wärmetauscherrohres in gravierendem Maß von den Hafteigenschaften der Oberfläche abhängt. Im Unterschied zu bisher üblichen Maßnahmen,  
35 die entweder eine regelmäßige Reinigung der Oberflächen oder Zusätze im Dampf/Kühlmedium vorsehen, hat die Erfindung er-

kannt, dass es möglich ist, einerseits zur verbesserten Ausgestaltung der Oberflächenspannung einer Außenoberfläche, andererseits zur verbesserten Ausgestaltung der Hafteigenschaften einer Innenoberfläche eines Wärmetauscherrohres im Hinblick auf die oben erläuterten Anforderungen, möglich ist, die Außenoberfläche mit einer Adhäsion des Dampfmediums an der Außenoberfläche verringernden ersten Schicht zu versehen und/oder die Innenoberfläche mit einer Adhäsion des Kühlmediums an der Innenoberfläche verringernden zweiten Schicht zu versehen. Dadurch verringern sich die bisher üblichen aufwändigen Reinigungsmaßnahmen auf der Innenseite eines Wärmetauscherrohres und Maßnahmen betreffend Zusätze im Kühlmedium. Auf der Außenseite eines Wärmetauscherrohres war eine Reinigung nachteiligerweise bisher nicht üblich. Solche mit Einschränkungen versehenen Maßnahmen wurden bisher dennoch bevorzugt, da es bisher nicht möglich war, Wärmetauscherrohre obiger Art zur Verfügung zu stellen und insbesondere in einem Wärmetauscher vorzusehen. Ein Hauptgrund liegt unter anderem darin, dass die Rohre nach ihrer Fabrikation nur mit hohem Aufwand beschichtet werden können. Außerdem lassen sich nach der Herstellung der Rohre Innenbeschichtungen praktisch nicht mehr durchführen, da die Rohre eine Länge von in der Regel 10 m oder mehr besitzen. In einem Wärmetauscher obiger Art für ein Kraftwerk sind in der Regel Hunderte von Kilometern von Wärmetauscherrohren verlegt. Für ein Kernkraftwerk kann ein Wärmetauscher mehr als 1000 km verlegte Wärmetauscherrohre aufweisen.

Unter einer Schicht im obigen Sinne ist neben einer Beschichtung der Grundoberfläche, also der Außenoberfläche und/oder der Innenoberfläche des Wärmetauscherrohres auch eine mit der beanspruchten Funktionalität versehene Oberflächenbehandlung der Oberfläche eines Wärmetauscherrohres zu verstehen. Beispielsweise könnte die Oberfläche eines Wärmetauscherrohres durch geeignete Maßnahmen geglättet oder poliert werden. Als wesentlich effektiver im Sinne obiger Erfindung erweisen sich

jedoch Beschichtungsmaßnahmen, die im Weiteren erläutert sind.

Vorteilhafte Weiterbildung sind den Unteransprüchen zu entnehmen und geben im Einzelnen vorteilhafte Möglichkeiten an, ein Wärmetauscherrohr hinsichtlich seiner Oberflächengestaltung zu realisieren.

Es ist zweckmäßig eine Schicht als Beschichtung auszuführen. Besonders vorteilhaft ist die erste Schicht und/oder die zweite Schicht aus einer Anzahl von Unterschichten gebildet. Dabei können Unterschichten beispielsweise als Haftvermittlerschichten dienen. Um eine möglichst gute Haftung der die Adhäsion eines Fluids in Form von Dampf/Kühlmedium verringernden Schicht zu verbessern. Außerdem lassen sich eine Reihe von Coating-Maßnahmen hinsichtlich der Glättung oder Versiegelung einer Oberfläche und/oder der Adhäsion verringernden Schicht vorsehen.

Als besonders zweckmäßig hat es sich erwiesen, dass im Falle einer beidflächigen Beschichtung des Wärmetauscherrohrs, d. h. einer Beschichtung der Außenoberfläche und einer Beschichtung der Innenoberfläche die erste Schicht unterschiedlich zur zweiten Schicht ausgebildet ist. Vorteilhaft ist dazu die erste Schicht als eine die Oberflächenspannung des Rohrwerkstoffs auf der Außenoberfläche vermindernde Schicht ausgestaltet. Vorteilhaft ist dabei eine zweite Schicht als eine die Belagbildung auf der Innenoberfläche des Rohrwerkstoffes vermindernde Schicht ausgestaltet, also zur Verringerung der Hafteigenschaften der Innenoberfläche eines Wärmetauscherrohres ausgelegt. Im Rahmen der Weiterbildung ist erkannt worden, dass die erste, dampfseitige Schicht aufgrund ihrer Beaufschlagung mit Dampfmedium an der Außenseite des Wärmetauscherrohres anderen Anforderungen unterworfen ist, als die zweite, kühlmediumsseitige Schicht, die an der Innenseite des Wärmetauscherrohres mit Kühlmedium beaufschlagt wird. Die erste und die zweite Schicht lassen sich also hin-

sichtlich ihrer Anforderungen auf unterschiedliche Weise optimieren.

Vorteilhaft ist die erste Schicht also als eine die Oberflächenspannung der Außenoberfläche vermindern-  
5 de Schicht ausgestaltet. Dies vermindert vorteilhaft die Tropfenausbildung und das Abtropfverhalten des Dampfmediums bei einer Kondensation desselben.

10 Weiter erweist sich eine Antifoulingschicht als vorteilhaft. Solche Schichten reduzieren die Belagbildung und das Belagwachstum organischer Substanzen auf ein zu vernachlässigendes Maß. Ebenso kann eine toxisch wirkende Schicht auf die Innenoberfläche aufgetragen werden.  
15 Insbesondere kann eine solche Schicht als Kupfer-Schicht ausgestaltet sein.

Die Erfindung führt zur Lösung der Aufgabe hinsichtlich des Wärmetauschers auf einen Wärmetauscher der eingangs genannten  
20 Art, bei dem ein Wärmetauscherrohr erfindungsgemäß auf eine oben erläuterte Art ausgelegt ist.

Als ganz besonders zweckmäßig hat es sich erwiesen, dass das Wärmetauscherrohr als ein längsnahtgeschweißtes Wärmetau-  
25 scherrohr ausgebildet ist. Das heißt, bei dem Wärmetauscherrohr verläuft eine Schweißnaht längs der länglichen Ausdehnung des Rohres und es ist im eingebauten Zustand des Rohres an der oberen Seite des Rohrquerschnitts angeordnet.

30 Es hat sich nämlich gezeigt, dass eine gemäß dem vorgeschlagenen Konzept ausgebildete Schicht, insbesondere Beschichtung, eines Wärmetauscherrohres vorteilhaft bereits bei Breit- oder Schmalbändern angebracht wird, aus denen Wärmetauscherrohre üblicherweise hergestellt werden. Breit- oder  
35 Schmalbänder sind bandförmige Metallplatten der Wandstärke eines Wärmetauscherrohres, die anschließend zu einem entlang einer Längsnaht geschlitzten Schlitzrohr gerundet werden.

Dieses Schlitzrohr wird dann entlang der Längsnaht mit einer Schweißnaht zur Erstellung des Wärmetauscherrohres versehen. Da die gemäß dem Konzept der Erfindung vorgesehene Schicht, insbesondere Beschichtung, möglicherweise eine Beeinträchtigung des Schweißprozesses bzw. der Qualität der Schweißnaht mit sich bringen kann, kann die Schicht vor dem Schweißprozess im Bereich der Schweißnaht lokal wieder entfernt werden. Durch ein Entfernen der Schicht im Bereich der Schweißnaht wird der oben erläuterte Effekt der Schicht nur zu einem unwesentlichen Teil beeinträchtigt, so dass gemäß dem Konzept der Erfindung immer noch ca. 90 % bis 95 % der oben erläuterten gewünschten Effekte erzielt werden.

Vorteilhaft wird die Schicht unmittelbar vor dem Schweißprozess und noch im Einformprozess des Bandes zum Schlitzrohr im Bereich des Schlitzes / der Schweißnaht entfernt.

Zweckmäßigerweise wird eine Beschichtung im lokalen Bereich der Schweißnaht durch eine örtlich lokale Maskierung des Schweißnahtbereichs während des Beschichtungsprozesses verhindert. Alternativ oder zusätzlich kann der Schweißnahtbereich beschliffen werden, so dass im Rahmen eines solchen Schleifprozesses eine bereits vorhandene Schicht, insbesondere Beschichtung, wieder entfernt wird.

Durch einen anschließenden Einbau eines Wärmetauscherrohres, bei dem die Schweißnaht längs der länglichen Ausdehnung des Rohres an der oberen Seite des Rohrquerschnitts angeordnet ist, also in einer Zwölf-Uhr-Lage, wird erreicht, dass die in einem solchen Fall nicht mit einer Schicht versehene Schweißnaht weniger durch Belagbildung beansprucht ist als die der Schweißnaht gegenüber liegende Seite und die übrigen Bereiche eines Wärmetauscherrohres. Durch diese vorteilhafte Maßnahme wird also erreicht, dass der Schweißprozess, der ein Schlitzrohr zum Wärmetauscherrohr fertig stellt, zum Einen nicht durch eine Schicht gemäß dem vorgeschlagenen Konzept beeinträchtigt wird, und zum Anderen dennoch ein besonders hoher

Anteil der oben erläuterten gewünschten Effekte, vorteilhaft in einem Bereich oberhalb von 95 Prozent, erreicht wird.

Die Aufgabe hinsichtlich einer Verwendung betreffend das Wärmetauscherrohr wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Verwendung eines eine Adhäsion eines Fluids an einer Oberfläche verringernden Schichtmaterials für eine Außenoberfläche an einer Außenseite eines Wärmetauscherrohres zur Beaufschlagung mit einem Dampfmedium und für eine Innenoberfläche an einer Innenseite des Wärmetauscherrohres zur Beaufschlagung mit einem Kühlmedium.

Insbesondere ist die Außenoberfläche mit einer eine Adhäsion des Dampfmediums an der Außenoberfläche verringernde erste Schicht versehen ist und/oder die Innenoberfläche ist mit einer eine Adhäsion des Kühlmediums an der Innenoberfläche verringernden zweiten Schicht versehen.

Es hat sich als besonders vorteilhaft erwiesen, dass ein auf Polytetrafluorethylen (PTFE) basierendes Material als Schichtmaterial verwendet wird. Dazu kann vorteilhaft ein Material verwendet werden, das PTFE in Form von Teflon enthält.

Weiter hat sich erwiesen, dass ein auf einem Kohlenstoffsystem basierendes Material als Schichtmaterial vorteilhaft ist. Insbesondere hat sich ein gemäß einem Diamond-like-System (DLC-System) aufgebautes Material als besonders vorteilhaft erwiesen.

Weiter hat sich ein, auf einem organischen Silikatnetzwerk basierendes Material zur Verwendung als Schichtmaterial als besonders vorteilhaft erwiesen. Solche organische Silikatnetzwerke lassen sich vorteilhaft als Außenoberfläche bestehend aus Nanopartikeln ausbilden, welche die Antihafteigenschaften einer Oberfläche, insbesondere einer Innenoberfläche des Wärmetauscherrohres maßgeblich verringern. Ganz ähnlich



erweist sich eine DLC-System-Oberfläche auf einer Innenoberfläche des Wärmetauscherrohres als besonders vorteilhaft.

Ein auf einem Polytetrafluorethylen basierendes Schichtmaterial kann besonders vorteilhaft auf einer Außenoberfläche eines Wärmetauscherrohres verwendet werden.

Die Verwendung aller genannten Schichtmaterialien für ein Wärmetauscherrohr gemäß dem oben erläuterten Konzept lässt sich gemäß der Erkenntnis der Erfindung auf überraschende Weise vorteilhaft verwirklichen, denn nach bisher üblichen Maßnahmen ließen sich Schichten der oben genannten Art auf Wärmetauscherrohren gar nicht realisieren und konnten deshalb für einen Fachmann nicht in Betracht kommen.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnung beschrieben. Diese soll die Ausführungsbeispiele nicht maßgeblich darstellen, vielmehr ist die Zeichnung, wo zur Erläuterung dienlich, in schematisierter und/oder leicht verzerrter Form ausgeführt. Im Hinblick auf Ergänzungen der aus der Zeichnung unmittelbar erkennbaren Lehren wird auf den einschlägigen Stand der Technik verwiesen. Im Einzelnen zeigt die Zeichnung in:

FIG 1 den Querschnitt eines Wärmetauscherrohres im eingebauten Zustand gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform;

FIG 2 eine schematische Darstellung eines Wärmetauschers gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform mit einer Kühlmediumführung und einer Dampfmediumführung.

FIG 1 zeigt ein Wärmetauscherrohr 1 im eingebauten Zustand bei einem Wärmetauscher, wie er schematisch in FIG 2 gezeigt ist. Die hier gezeigte besonders bevorzugte Ausführungsform des Wärmetauscherrohres 1 im eingebauten Zustand sieht eine Adhäsion eines Fluids an einer Oberfläche 3, 5 des Wärmetau-

5       scherrohrs 1 verringernde Schicht 7, 9 vor. Das Wärmetau-  
scherrohr 1 weist eine dampfseitige Außenoberfläche 3 an sei-  
ner Außenseite 4 zur Beaufschlagung mit einem Dampfmedium 25  
auf und eine kühlmediumseitige Innenoberfläche 5 an seiner  
10       Innenseite 6 zur Beaufschlagung mit einem Kühlmedium 27 auf.  
Die Außenoberfläche 3 ist mit einer eine Adhäsion des Dampf-  
mediums an der Außenoberfläche 3 verringernden ersten Schicht  
7 versehen. Die Innenoberfläche 5 ist mit einer eine Adhäsion  
des Kühlmediums an der Innenoberfläche 5 verringernden zwei-  
10       ten Schicht 9 versehen.

Die erste, dampfseitige Schicht 7 ist vorliegend aus einem  
Schichtmaterial gefertigt, das ein auf einem PTFE (Polytetra-  
fluorethylen) basierendes Material ist. Vorliegend wird ein  
15       Gemisch aus Teflon und anderen Komponenten bevorzugt. Die  
zweite, kühlmediumseitige Schicht 9 ist vorliegend ein auf  
einem organischen Silikatnetzwerk basierendes Material. Die-  
ses Material wurde vorliegend zur Bildung von Nanopartikeln  
nach einem so genannten Sol-Gel-Prozess hergestellt und weist  
20       damit eine im Nanometerbereich strukturierte Oberfläche auf.  
Es hat sich gezeigt, dass diese Art der Beschichtung mit ei-  
ner zweiten Schicht 9 auf einer Innenoberfläche 5 besonders  
vorteilhaft die Hafteigenschaften eines Kühlmediums und damit  
die Ablagerung und Ansammlung von organischem und anorgani-  
25       schem Material auf der Innenoberfläche 5 des Wärmetauscher-  
rohres 1 verhindert. Eine erste Schicht 7 auf einer Außen-  
oberfläche 3 des Wärmetauscherrohres 1 auf Polytetrafluor-  
ethylen-Basis weist eine besonders geringe Oberflächenspan-  
nung auf und verringert damit die Tropfenausbildung an der  
30       Oberfläche und soweit Tropfen gebildet werden, das Abtropf-  
verhalten wird derart verändert, dass sich keinerlei Konden-  
sationsfilme auf der Außenoberfläche 3 des Wärmetauscherroh-  
res 1 bilden können.

35       Das in dieser Ausführungsform gezeigte Wärmetauscherrohr 1  
ist vorteilhaft aus einem Schmalband hergestellt, das bereits  
als Solches auf seiner der Innenoberfläche 5 zugeordneten

Fläche mit einem organischen Silikatnetzwerk der Schicht 9 zur Bildung einer Innenseite 6 versehen wurde und auf einer der Außenoberfläche 3 zugeordneten Fläche mit einem auf Polytetrafluorethylen basierenden Material zur Bildung einer Außenseite 4 versehen wurde. Im Rahmen des weiteren Herstellungsprozesses wurde das Schmalband im Bereich 11, also an seinen Rändern, die später im Bereich 11 der Schweißnaht 13 liegen würden, bereits beim Beschichtungsprozess zur Bildung der Schichten 9, 7 maskiert und bei dieser Ausführungsform anschließend angeschliffen, so dass der Bereich 11 der Schweißnaht 13 beschichtungsfrei blieb. Der Anschleifschritt kann im Rahmen einer Abwandlung auch entfallen. Nach der Verwindung des Schmalbandes zum Schlitzrohr im weiteren Herstellungsschritt konnte die Schweißnaht 13 am Schlitzrohr zur Fertigstellung des Wärmetauscherrohres angebracht werden, ohne dabei nachteilige Auswirkungen einer Beschichtung 9, 7 auf den Schweißprozess in Kauf nehmen zu müssen.

Im eingebauten Zustand wird das Wärmetauscherrohr 1 in einem Wärmetauscher 17 in der in FIG 1 gezeigten Zwölf-Uhr-Lage eingebaut, d. h. die Schweißnaht 13 befindet sich an der oberen Seite 15 des Rohrquerschnitts.

Im Rahmen einer Abwandlung kann ein Wärmetauscherrohr, im Wesentlichen mit dem gleichen oben erläuterten Herstellungsverfahren, lediglich im Bereich seiner Drei-Uhr-Lage bis Neun-Uhr-Lage beschichtet werden. Es hat sich nämlich gezeigt, dass insbesondere der Bereich um die Sechs-Uhr-Lage bei einem Wärmetauscherrohr besonders korrosions- und belaganfällig ist. Insbesondere verbleiben oftmals, z. B. vor allem bei einer Entleerung des Wärmetauscherrohres, Schwebstoffe in dem Bereich der Sechs-Uhr-Lage auf der Innenseite des Wärmetauscherrohres. Wenigstens der Bereich um die Sechs-Uhr-Lage, z. B. ein 45°-Winkel-Bereich, ein 90°-Winkel-Bereich, vorzugsweise ein 120°-Winkel-Bereich und insbesondere ein 180°-Winkel-Bereich oder ein jeweils größerer Winkel-Bereich, ist im Rahmen der Abwandlung mit einer Schicht versehen.

FIG 2 zeigt schematisch einen Wärmetauscher 17 mit einer Kühlmediumführung 19 und einer Dampfmediumführung 21. Die Kühlmediumführung 19 weist zur Führung des Kühlmediums 27 eine Vielzahl von in FIG 1 näher erläuterten Wärmetauscherrohren 23 auf, die in der FIG 2 lediglich schematisch gezeigt sind. Das Kühlmedium 27 wird dabei an der Innenseite 6 der Wärmetauscherrohre 23 geführt. Die Dampfzuführung 21 sieht die Beaufschlagung der Außenseite 4 der Wärmetauscherrohre 23 mit einem Dampfmedium 25 vor.

Um eine, den Wärmeübergang bei Wärmetauscherrohren 1, 23 behindernde Filmbildung zu vermeiden, ist bei einem Wärmetauscherrohr 1, 23 mit einer auf einer Außenoberfläche 3 liegenden Außenseite 4 zur Beaufschlagung mit einem Dampfmedium und einer auf einer Innenoberfläche 5 liegenden Innenseite 6 zur Beaufschlagung mit einem Kühlmedium gemäß dem vorgeschlagenen Konzept vorgesehen, dass die Außenoberfläche 3 mit einer ersten Schicht 7 versehen ist und/oder die Innenoberfläche 5 mit einer zweiten Schicht 9 versehen ist. Das Konzept führt auf einen Wärmetauscher 17 und eine Verwendung.

## Patentansprüche

1. Wärmetauscherrohr (1) mit einer auf einer Außenober-  
fläche (3) liegenden Außenseite (4) zur Beaufschlagung mit  
5 einem Dampfmedium (25) und einer auf einer Innenoberfläche  
(5) liegenden Innenseite (6) zur Beaufschlagung mit einem  
Kühlmedium (27),  
wobei die Außenoberfläche (3) mit einer eine Adhäsion des  
Dampfmediums (25) an der Außenoberfläche (3) verringernden  
10 ersten Schicht (7) versehen ist, und/oder  
die Innenoberfläche (5) mit einer eine Adhäsion des Kühl-  
mediums (27) an der Innenoberfläche (5) verringernden  
zweiten Schicht (9) versehen ist,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
15 die zweite Schicht (9) als eine die Belagbildung auf der  
Innenoberfläche (5) vermindernde Schicht ausgestaltet ist,  
wobei die zweite Schicht als Biozidschicht ausgestaltet  
ist.
- 20
2. Wärmetauscherrohr (1) nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die erste Schicht (7) und/oder die zweite Schicht (9)  
durch eine Anzahl von Unterschichten gebildet ist.
- 25
3. Wärmetauscherrohr (1) nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
im Falle einer beidflächigen Beschichtung (7, 9) des Wär-  
metauscherrohres (1) die erste Schicht (7) unterschiedlich  
30 zur zweiten Schicht (9) ausgebildet ist.
4. Wärmetauscherrohr (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
35 dadurch gekennzeichnet, dass  
die erste Schicht (7) als eine die Oberflächenspannung der  
Außenoberfläche (3) vermindernde Schicht ausgestaltet ist.

5. Wärmetauscher (17) mit einer Kühlmediumführung (19) und einer Dampfmediumführung (21), wobei  
5 die Kühlmediumführung (19) eine Vielzahl von Wärmetauscherrohren (23) zur Führung von Kühlmedium (27) an der Innenseite (6) eines Wärmetauscherrohres (1, 23) aufweist, und  
10 die Dampfmediumführung (21) zur Beaufschlagung einer Außenseite (4) eines Wärmetauscherrohres (1, 23) mit Dampfmedium (25) ausgelegt ist, dadurch gekennzeichnet, dass ein Wärmetauscherrohr (1, 23) nach einem der vorhergehenden Ansprüche ausgebildet ist.  
15
6. Wärmetauscher nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Wärmetauscherrohr (1, 23) als ein längsnahtgeschweißtes Wärmetauscherrohr (1) ausgebildet ist, bei dem eine  
20 Schweißnaht (13) längs der länglichen Ausdehnung des Wärmetauscherrohres (1, 23) verläuft und im eingebauten Zustand des Wärmetauscherrohres (1, 23) an der oberen Seite (15) des Rohrquerschnitts angeordnet ist.  
25
7. Verwendung eines eine Adhäsion eines Fluids an einer Oberfläche verringernden Schichtmaterials für eine Außen-  
30 oberfläche (3) an einer Außenseite (4) eines Wärmetauscherrohres (1, 23) zur Beaufschlagung mit einem Dampfmedium (25) und für eine Innenoberfläche (5) an einer Innenseite (6) des Wärmetauscherrohres (1, 23) zur Beaufschlagung mit einem Kühlmedium (27).  
35

8. Verwendung nach Anspruch 7,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Außenoberfläche (3) mit einer eine Adhäsion des Dampf-  
mediums (25) an der Außenoberfläche (3) verringernden er-  
sten Schicht (7) versehen ist, und/oder die Innenober-  
fläche (5) mit einer eine Adhäsion des Kühlmediums (27) an  
der Innenoberfläche (5) verringernden zweiten Schicht (9)  
versehen ist.
9. Verwendung nach Anspruch 7 oder 8,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
das Schichtmaterial ein auf PTFE (Polytetrafluorethylen)  
basierendes Material ist.
10. Verwendung nach Anspruch 7 oder 8,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
das Schichtmaterial ein auf einem Kohlenstoffsystem basie-  
rendes Material ist.
11. Verwendung nach Anspruch 7 oder 8,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
das Schichtmaterial ein auf einem organischen Silicatnetz-  
werk basierendes Material ist.

1/1

FIG 1

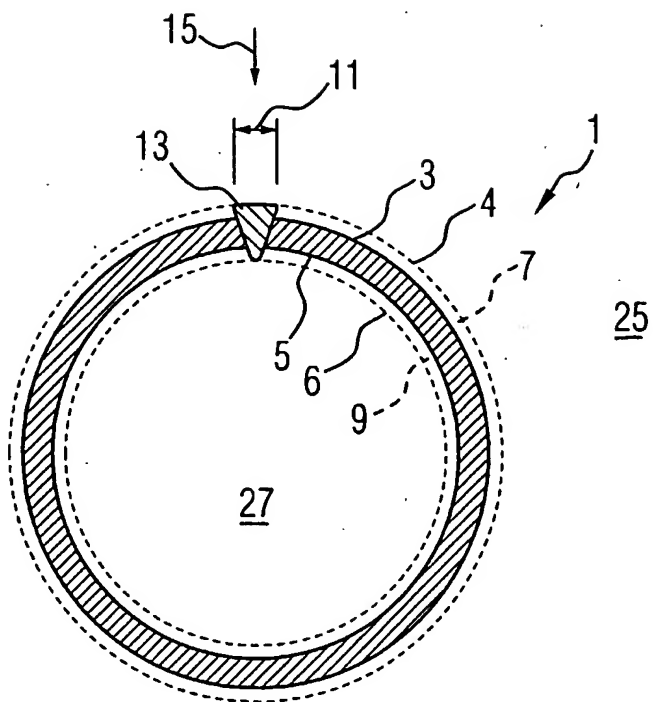


FIG 2

